

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 922 166 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.03.2004 Patentblatt 2004/14**

(51) Int Cl.7: **F04B 53/10, F04B 39/10**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP1997/003042**

(21) Anmeldenummer: **97928176.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 1998/009080 (05.03.1998 Gazette 1998/09)**

(22) Anmeldetag: **12.06.1997**

(54) **KOLBENVAKUUMPUMPE MIT AUSLASSVENTIL**

**PISTON VACUUM PUMP WITH DISCHARGE VALVE**

**POMPE A VIDE A PISTON DOTEE D'UNE SOUPE DE SORTIE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **27.08.1996 DE 19634517**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.06.1999 Patentblatt 1999/24**

(73) Patentinhaber: **Leybold Vakuum GmbH**  
**50968 Köln (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BURGHARD, Hans-Josef**  
**D-50937 Köln (DE)**

• **MEYER, Jürgen**  
**D-50259 Pulheim (DE)**  
• **BEZ, Eckhard**  
**N. Chelmsford, MA 01863 (US)**

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**  
**Aggerstrasse 24**  
**50859 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 388 633 WO-A-83/00539**  
**DE-A- 2 412 719 US-A- 2 751 146**  
**US-A- 3 312 388 US-A- 5 076 769**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 922 166 B1**

um den Öffnungsweg des Ventils verlängert. Kurz vor dem Erreichen seines dem Zylinderkopf 4 benachbarten Totpunktes kommen Kolben 3 und Ventilteller 13 in Eingriff. Die sich daran anschließende Kolbenbewegung bis zum Totpunkt ist der Öffnungsweg des Ventils.

**[0014]** Beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 ist die dem Zylinderkopf 4 zugewandte Kolbenstirnseite 16 konkav (muldenförmig, d.h. mit zentraler Vertiefung) ausgebildet. Die Öffnung des Ventils 12 erfolgt dadurch, daß der äußere Rand des flexiblen Ventiltellers 13 vom Ventilsitz 14 abhebt (Figur 2). Dieses kann dadurch geschehen, daß komprimierte Gase den äußeren Rand des Ventiltellers 13 anheben. Reicht der erzeugte Gasdruck nicht aus, dann bewirkt der Kolben 3 die Öffnung des Ventils 12. Sein äußerer Rand berührt kurz vor dem Erreichen seines dem Zylinderkopf benachbarten Totpunktes den äußeren Rand des Ventiltellers 13 und hebt ihn von seinem Ventilsitz 14 ab, so daß das komprimierte Gas ausströmen kann.

**[0015]** Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Kolbenstirnseite 16 eben ausgebildet ist. Im Bereich des äußeren Randes des Kolbens 3 befinden sich Vorsprünge 17, die kurz vor dem Erreichen des Totpunktes den Ventilteller 13 berühren und das Ventil 12 öffnen. Es können diskrete Vorsprünge 17 vorhanden sein. Zweckmäßig bildet jedoch ein umlaufender Rand den Vorsprung 17. Dieser Rand ist wie in Figur 3 dargestellt Bestandteil einer äußeren aus verschleißarmen werkstoffbestehenden Beschichtung 18 des Kolbens 3.

**[0016]** In Figur 3 ist noch eine besondere Gestaltung des Ventilsitzes 14 dargestellt. Er umfaßt einen O-Ring 15, der sich in einer in der Stirnseite des Zylinders 2 eingelassenen Nut befindet.

**[0017]** Bei den Ausführungsbeispielen nach Figur 4 und 5 umfaßt die Aufhängung des Ventiltellers 13 einen aus flexiblem Werkstoff, zum Beispiel Kunststoff, bestehenden Träger 21, an dem der Ventilteller 13 befestigt ist.

**[0018]** Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 5 ist der Ventilteller 13 zusätzlich mit diesem Werkstoff des Trägers beschichtet (Schicht 19). Diese Schicht 19 ist auch Träger eines Dichtringes 22. Träger 21, Schicht 19 und Dichtring 22 können einstückig ausgebildet sein und in einem Arbeitsgang auf den Ventilteller 13 aufgebracht (z.B. vulkanisiert) werden.

**[0019]** Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist die Kolbenstirnseite 16 konvex ausgebildet. Die Aufhängung 21 des Ventiltellers 13 umfaßt eine Feder 23, die in Schließrichtung wirkt. Bei seiner das Ventil 12 öffnenden Bewegung des Kolbens 3 berührt zunächst die Mitte der Kolbenstirnseite den Ventilteller 13. Besteht dieser aus flexiblem Werkstoff, dann nimmt der Ventilteller 13 bei offenem Ventil 12 etwa die Form der Kolbenstirnseite 16 an. Eine tottraumfreie Entleerung des Kompressionsraumes 8 ist dadurch möglich.

**[0020]** Figur 7 zeigt eine besondere Gestaltung des Ventiltellers 13. Er ist einseitig - z.B. mittels einer Schraube 24 - außerhalb der Dichtung 15 auf dem stirn-

seitigen Rand fixiert, so daß seine Öffnungsbewegung eine Schwenkbewegung um den Befestigungspunkt ist. Ein die Öffnungsbewegung verursachender Vorsprung 17 ist nur auf der dem Befestigungspunkt gegenüberliegenden Seite des Kolbens 3 vorgesehen.

**[0021]** Der Ventilteller 13 besteht zweckmäßig aus elastischem Stahlblech - z.B. mit Viton beschichtet - und weist einen durch Bördelung entstandenen Rand 25 auf. Dieser Rand bewirkt eine Versteifung des Ventiltellers 13. Im Bereich des Befestigungspunktes ist die Bördelung 25 unterbrochen, um die Schwenkbewegung des Ventiltellers 13 zuzulassen.

**[0022]** Bei der Lösung nach Figur 7 entfällt ein zentraler Träger 21. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Gasen eine gezielte Strömungsrichtung zu geben, z.B. in Richtung Auslaß 9. Das Saugvermögen der Pumpe beeinträchtigende Verwirbelungen werden vermieden.

**[0023]** Die Figuren 8 bis 10 zeigen Ausführungsbeispiele, bei denen beide Stirnseiten der Kolben-Zylinder-Einrichtung Pumpfunktion haben. Wegen der Durchführung der Pleuelstange 6 bis in das Innere des Kolbens 3 ist es erforderlich, den dem Zylinderkopf 4 entfernt gelegenen Kompressionsraum 26 ringförmig auszubilden. Dazu ist der Kolben 3 mit einer Abstufung 27 ausgerüstet, die den Stirnwandabschnitt mit 28 und den zylindrischen Abschnitt 29 umfaßt. Dieser hat gegenüber dem übrigen Teil des Kolbens 3 einen reduzierten Durchmesser.

**[0024]** Der Einlaß der kreisringförmigen Pumpstufe ist ebenfalls als Ringnut in der Wandung des Zylinders 2 ausgebildet und mit 31 bezeichnet. Das Ventil 32 umfaßt den kreisringförmigen Ventilteller 33. Den Ventilsitz 34 bildet wieder die Stirnseite des Zylinders 2. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Ventilteller 33 an einem Träger 36 befestigt, der am kurbelwellenseitig gelegenen Zylinderkopf 37 aufgehängt ist. Der Träger 36 hat die Form einer Hülse, die den zylindrischen Abschnitt 29 des Kolbens 3 führt. Teller 33 und Träger 36 können einstückig ausgebildet sein und z.B. aus Kunststoff bestehen. Im kurbelwellenseitig gelegenen Zylinderkopf 37 befindet sich die kreisringförmige Kammer 38, an die sich der Gasauslaß 39 anschließt.

**[0025]** Der stirnseitige Abschnitt 28 des Kolbens 3 ist eben ausgebildet. Die Öffnung des Ventils 32 erfolgt wieder durch eine Verlängerung des Kolbenhubs. Auch alle zu den Figuren 1 bis 6 dargestellten Öffnungsmechanismen können beim kurbelwellenseitig angeordneten Ventil 33 in aquivalenter Weise Anwendung finden. So ist beim Ausführungsbeispiel nach Figur 9 beispielsweise der stirnseitige Abschnitt 28 des Kolbens 3 mit Vorsprüngen 41 ausgerüstet, die ein Abheben des Ventiltellers 33 von seinem Ventilsitz 34 (mit Dichtungsring 42) bewirken.

**[0026]** Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 10 ist das Ventil 12 mit einem Bypass 45 ausgerüstet. Der Bypass 45 verbindet die Kammer 11 mit dem Kompressionsraum 8. Die zum Kompressionsraum führende Mündung 46 sollte möglichst nahe beim Ventilsitz 14 ange-

ordnet sein. Im Bypass 45 befindet sich ein Rückschlagventil 47, das geschlossen ist, wenn der Druck im Kompressionsraum 8 größer ist als der Druck in der Kammer 11, und das bei umgekehrten Druckverhältnissen öffnet. Der Bypass 45 hat eine den Antriebsmotor der Kolben-  
 5 vakuumpumpe entlastende Wirkung. Ohne Bypass erzeugt der Kolben nach dem Schließen des Ventils 12 im Kompressionsraum 8 ein relativ hohes Vakuum, das erst nach dem Öffnen des Gaseinlasses 7 gebrochen  
 10 wird. Ist der Bypass 45 vorhanden, gelangt bereits kurz nach dem Schließen des Ventils 12 Gas aus der Kammer 11 in den Kompressionsraum 8. Auch das kurbelwellenseitig angeordnete Ventil 32 kann mit einem Entlastungsbypass dieser Art ausgerüstet sein.

#### Patentansprüche

1. Kolbenverdichter mit mindestens einem Zylinder (2), einem darin befindlichen Kolben (3), einem Gaseinlaß (7, 31) und einem stirnseitig gelegenen Auslaßventil (12, 32), wobei die gesamte Zylinderstirnseite den Ventilteller (13, 33) des Auslaßventiles (12, 32) bildet, der stirnseitige Rand des Zylinders (2) als Ventilsitz (14, 42) ausgebildet ist und der Kolben (3) der Betätigung des Ventiltellers (13, 33) dient, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenverdichter eine Vakuumpumpe (1) ist, dass der Ventilteller (13, 33) aus einem flexiblen Werkstoff besteht und daß der Kolben (3) auf seiner dem Ventilteller (13, 33) zugewandten Seite oder der Ventilteller (13, 33) auf seiner dem Kolben (3) zugewandten Seite einen oder mehrere Vorsprünge (17, 41) aufweist, welcher oder welche derart ausgebildet ist/sind, daß sich Kolben (3) und Ventilteller (13, 33) vor dem Erreichen des Kolbentotpunktes berühren.
2. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Vorsprünge (17, 41) Bestandteil einer Beschichtung (18) des Kolbens (3) sind.
3. Kolbenverdichter mit mindestens einem Zylinder (2), einem darin befindlichen Kolben (3), einem Gaseinlaß (7, 31) und einem stirnseitig gelegenen Auslaßventil (12, 32), wobei die gesamte Zylinderstirnseite den Ventilteller (13, 33) des Auslaßventiles (12, 32) bildet, der stirnseitige Rand des Zylinders (2) als Ventilsitz (14, 42) ausgebildet ist und der Kolben (3) der Betätigung des Ventiltellers (13, 33) dient, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenverdichter eine Vakuumpumpe (1) ist, dass der Ventilteller (13, 33) aus einem flexiblen Werkstoff besteht und daß die dem Ventilteller (13, 33) zugewandte Kolbenstirnseite (16, 28) konkav oder konvex ausgebildet ist.
4. Verdichter nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (12) der einer Kurbelwelle (5) entfernt gelegenen Stirnseite (16) des Kolbens (3) zugeordnet ist, daß der Ventilteller (13) etwa kreisscheibenförmig ausgebildet ist und mit Hilfe eines Trägers (21) am zugehörigen Zylinderkopf (4) aufgehängt ist.
5. Verdichter nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (21) aus einem flexiblen Werkstoff besteht.
6. Verdichter nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß Träger (21) und Teller (13) einstückig ausgebildet sind.
7. Verdichter nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Teller (13) beschichtet ist und daß die Schicht (19) und der Träger (21) einstückig ausgebildet sind.
8. Verdichter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (21) als Druckfeder (23) ausgebildet ist.
9. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. ein weiteres Ventil (32) dieser Bauart der einer Kurbelwelle (5) zugewandten Stirnseite (28) des Kolbens (3) zugeordnet ist.
10. Verdichter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben auf seiner der Kurbelwelle (5) zugewandten Stirnseite mit einer Abstufung (27) ausgerüstet ist, daß die Abstufung die stirnseitige (28) und einen zylindrischen Abschnitt (29) umfaßt, daß der zylindrische Abschnitt (29) eine Durchföhrung für eine Pleuelstange (6) bildet, daß der Ventilteller (33) des Ventils (32) kreisringförmig ausgebildet ist und daß der Ventilteller (33) mit Hilfe eines Trägers (36) am zugehörigen Zylinderkopf (37) aufgehängt ist.
11. Verdichter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (36) als Hölse ausgebildet ist, welche den zylindrischen Abschnitt (29) des Kolbens (3) umgibt.
12. Verdichter nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß Ventilteller (33) und Träger (36) einstückig ausgebildet sind.
13. Verdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem der Ventile (12 und 32) ein Entlastungsventil (47) zugeordnet ist.
14. Verdichter nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Entlastungsventil (47) in ei-

nem Bypass (45) befindet und als Rückschlagventil ausgebildet ist.

15. Verdichter nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das eine (46) Ende des Bypasses (47) in die Wandung des Zylinders (2) mündet.

#### Claims

1. Piston compressor with at least one cylinder (2), a piston (3) located therein, a gas inlet (7, 31) and an outlet valve (12, 32) situated at the front side, wherein the entire front side of the cylinder forms the valve disc (13, 33) of the outlet valve (12, 32), the edge of the cylinder (2) which is at the front side is formed as a valve seat (14, 42) and the piston (3) serves to operate the valve disc (13, 33), characterised in that the piston compressor is a vacuum pump (1), that the valve disc (13, 33) consists of a flexible material, and that the piston (3) comprises on its side which faces the valve disc (13, 33) or the valve disc (13, 33) comprises on its side which faces the piston (3) one or more projection(s) (17, 41) which is/are formed such that the piston (3) and the valve disc (13, 33) contact one another before reaching the piston dead centre.
2. Compressor according to Claim 1, characterised in that the projection(s) (17, 41) is/are a component part of a coating (18) of the piston (3).
3. Piston compressor with at least one cylinder (2), a piston (3) located therein, a gas inlet (7, 31) and an outlet valve (12, 32) situated at the front side, wherein the entire front side of the cylinder forms the valve disc (13, 33) of the outlet valve (12, 32), the edge of the cylinder (2) which is at the front side is formed as a valve seat (14, 42) and the piston (3) serves to operate the valve disc (13, 33), characterised in that the piston compressor is a vacuum pump (1), that the valve disc (13, 33) consists of a flexible material, and that the front side of the piston which faces the valve disc (13, 33) is concave or convex.
4. Compressor according to any one of Claims 1, 2 or 3, characterised in that the valve (12) is associated with the front side (16) of the piston (3) which is remote from a crankshaft (5), that the valve disc (13) is formed approximately in the shape of a circular disc and is suspended by means of a support (21) from the associated cylinder head (4).
5. Compressor according to Claim 1, 2, 3 or 4, characterised in that the support (21) consists of a flexible material.

6. Compressor according to Claim 4 or 5, characterised in that the support (21) and the disc (13) are integral.

- 5 7. Compressor according to Claim 4, 5 or 6, characterised in that the disc (13) is coated, and that the coating (19) and the support (21) are integral.

- 10 8. Compressor according to Claim 4, characterised in that the support (21) is formed as a compression spring (23).

- 15 9. Compressor according to any one of Claims 1 to 8, characterised in that the or a further valve (32) of this design is associated with the front side (28) of the piston (3) which faces a crankshaft (5).

- 20 10. Compressor according to Claim 9, characterised in that the piston is provided at its front side which faces the crankshaft (5) with a stepped formation (27), that the stepped formation encompasses the front side (28) and a cylindrical portion (29), that the cylindrical portion (29) forms a lead-through for a connecting rod (6), that the valve disc (33) of the valve (32) is formed in the shape of a circular ring, and that the valve disc (33) is suspended by means of a support (36) from the associated cylinder head (37).

- 30 11. Compressor according to Claim 10, characterised in that the support (36) is formed as a sleeve which surrounds the cylindrical portion (29) of the piston (3).

- 35 12. Compressor according to Claim 10 or 11, characterised in that the valve disc (33) and the support (36) are integral.

- 40 13. Compressor according to any one of the preceding Claims, characterised in that a relief valve (47) is associated with at least one of the valves (12 and 32).

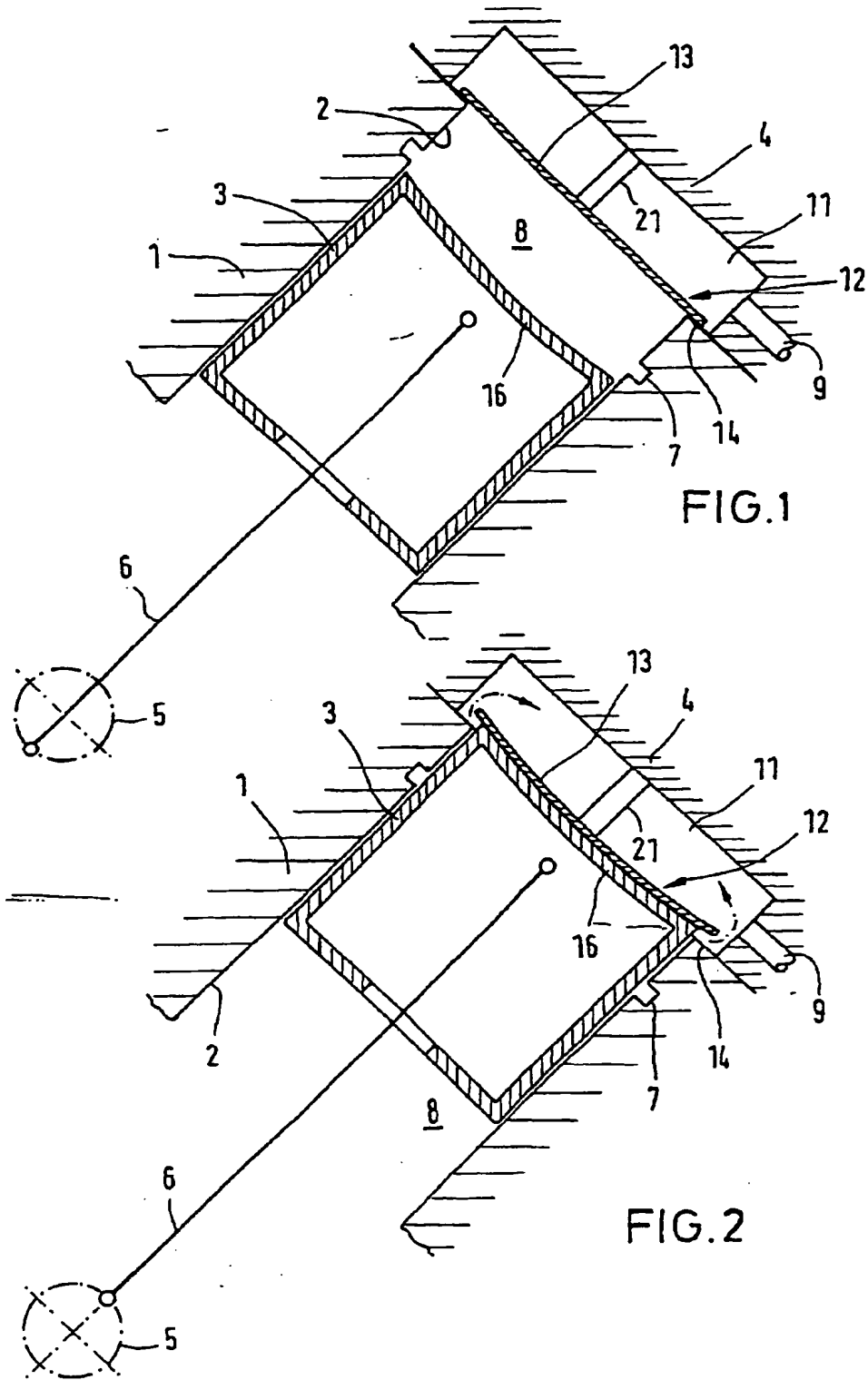
- 45 14. Compressor according to Claim 13, characterised in that the relief valve (47) is located in a bypass (45) and formed as a non-return valve.

- 50 15. Compressor according to Claim 14, characterised in that one (46) end of the bypass (47) leads into the wall of the cylinder (2).

#### Revendications

- 55 1. Compresseur à piston équipé d'au moins un cylindre (2), un piston (3) placé dans ce cylindre, une admission de gaz (7, 31) et une soupape d'échappement (12, 32) située d'un côté frontal, dans lequel

- la totalité de la surface frontale du cylindre forme la tête de soupape (13, 33) de la soupape d'échappement (12, 32), la périphérie du côté frontal du cylindre (2) constitue un siège de soupape (14, 42) et le piston (3) permet d'actionner la tête de soupape (13, 33), caractérisé en ce que le compresseur à piston est une pompe à vide (1), en ce que la tête de soupape (13, 33) est composée d'un matériau flexible et en ce que le piston (3) présente, sur sa face tournée vers la tête de soupape (13, 33), ou la tête de soupape (13, 33), sur sa face tournée vers le piston (3), une ou plusieurs saillies (17, 41), laquelle est ou lesquelles sont formées de telle sorte que le piston (3) et la tête de soupape (13, 33) sont en contact avant que le point mort du piston ne soit atteint.
2. Compresseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ou les saillies (17, 41) font partie d'un revêtement (18) du piston (3).
  3. Compresseur à piston comprenant au moins un cylindre (2), un piston (3) placé dans ce cylindre, une admission de gaz (7, 31) et une soupape d'échappement (12, 32) située d'un côté frontal, dans lequel la totalité de la surface frontale du cylindre forme la tête de soupape (13, 33) de la soupape d'échappement (12, 32), la périphérie du côté frontal du cylindre (2) constitue un siège de soupape (14, 42) et le piston (3) permet ce que le compresseur à piston est une pompe à vide (1), en ce que la tête de soupape (13, 33) est composée d'un matériau flexible et en ce que la surface frontale de piston (16, 28) tournée vers la tête de soupape (13, 33) est concave ou convexe.
  4. Compresseur selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la soupape (12) est associée à la surface frontale (16) du piston (3) éloignée d'un vilebrequin (5), en ce que la tête de soupape (13) est à peu près en forme de disque et est suspendue sur la tête de cylindre (4) correspondante, à l'aide d'un support (21).
  5. Compresseur selon la revendication 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le support (21) est composé d'un matériau flexible.
  6. Compresseur selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le support (21) et la tête de soupape (13) forment une seule pièce.
  7. Compresseur selon la revendication 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que la tête de soupape (13) est recouverte d'un revêtement et en ce que le revêtement (19) et le support (21) forment une seule pièce.
  8. Compresseur selon la revendication 4, caractérisé en ce que le support (21) se présente comme un ressort de pression (23).
  9. Compresseur selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la soupape (32) ou une autre soupape de même structure est associée à la surface frontale (28) du piston (3) tournée vers un vilebrequin (5).
  10. Compresseur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le piston est équipé, sur sa surface frontale tournée vers le vilebrequin (5), d'un étagement (27), en ce que l'étagement comprend la surface frontale (28) et un segment cylindrique (29), en ce que le segment cylindrique (29) forme un passage pour une bielle (6), en ce que la tête de soupape (33) de la soupape (32) est annulaire et en ce que la tête de soupape (33) est suspendue sur la tête de cylindre (37) correspondante, à l'aide d'un support (36).
  11. Compresseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que le support (36) se présente comme une douille qui entoure le segment cylindrique (29) du piston (3).
  12. Compresseur selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que la tête de soupape (33) et le support (36) forment une seule pièce.
  13. Compresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une soupape de décharge (47) est associée à au moins l'une des soupapes (12 et 32).
  14. Compresseur selon la revendication 13, caractérisé en ce que la soupape de décharge (47) se trouve dans une dérivation (45) et se présente comme un clapet anti-retour.
  15. Compresseur selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'une des extrémités (46) de la dérivation (45) débouche dans la paroi du cylindre (2).



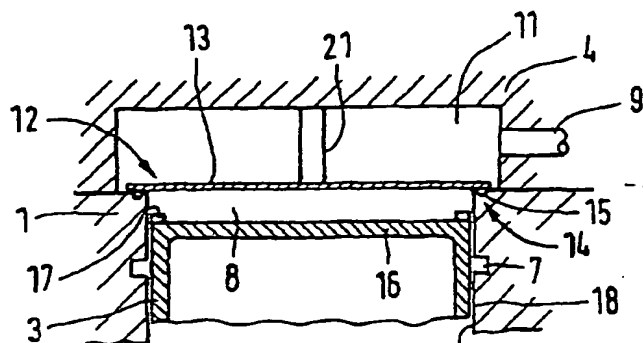


FIG. 3

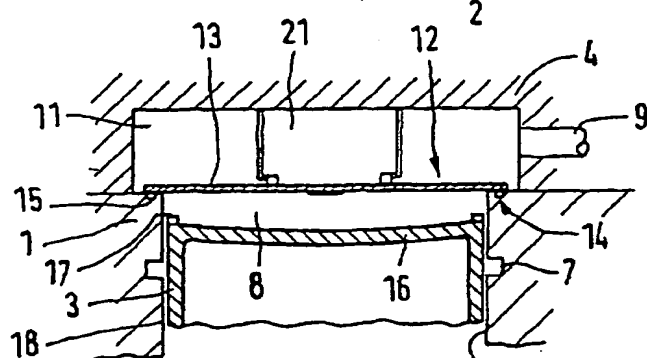


FIG. 4

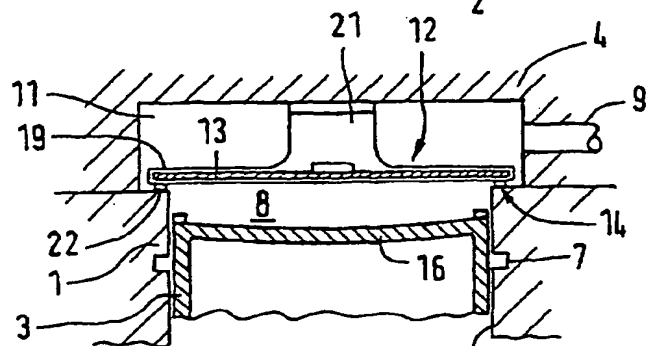


FIG. 5

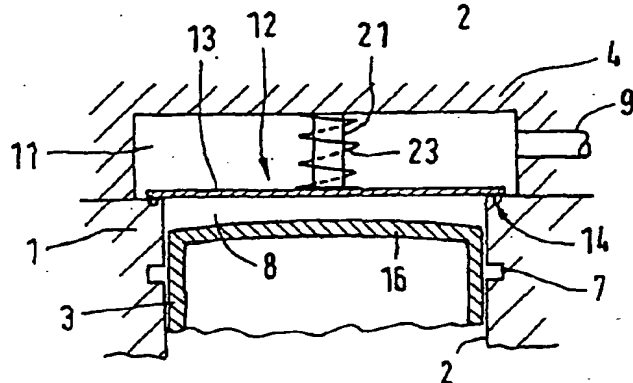


FIG. 6

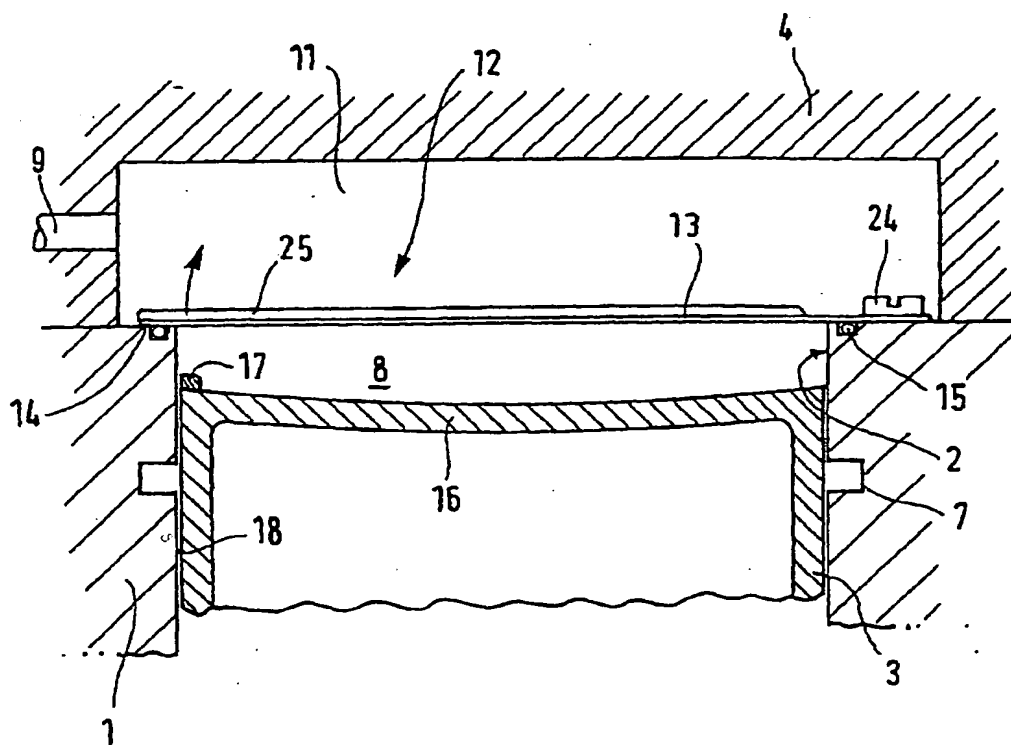


FIG. 7



